



# Estrategias de manejo de la nutrición en plántulas (almácigos) hortícolas

**Ing. Marlon Retana Cordero** (Programa de Hortalizas, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica)

**M.Sc. Carlos Méndez Soto** (Universidad de Costa Rica)

**Ph.D. Paul Esker** (Pennsylvania State University)

# Introducción

Evolución de agricultura de aproximación hacia la precisión

Los almácigos brindan grandes beneficios al productor

Desventaja: Costo 3 a 4 veces más alto que siembra directa

La nutrición es un factor que impacta el crecimiento, desarrollo y la calidad de las plántulas.





Día Mundial del Ambiente

## Costa Rica es el consumidor más voraz de plaguicidas en el mundo

Costa Rica ocupa un lugar nada privilegiado en el mundo: es el consumidor más voraz de plaguicidas químicos en la agricultura.

by **Jorge Araya** || Jun 03, 2015



ÚLTIMA HORA

POPULARES

PAÍS 22 nov. 2017

Nueva encuesta de la UCR muestra desplome de Desanti, empate y débil apoyo a candidatos

Álvarez está codo a codo con Castro, arañados por Piza, aunque no llegan ni a la mitad del 40%

## Justificación

Carencia información sobre dosis de fertilizantes apropiadas a los trasplantes en condiciones locales

No existen programas de fertilización ajustados a las necesidades nutrimentales

Importancia de los estudios de absorción de nutrimentos en almácigos con el fin de determinar los requerimientos nutricionales de las mismas



## Objetivo general

Determinar los requerimientos nutricionales de 12 especies hortícolas en fase de almácigo para el mejoramiento en la planificación de las estrategias de manejo de la nutrición y calidad de los trasplantes.

## Objetivos específicos

- Cuantificar la absorción de nutrimentos en almácigos de las familias Solanaceae (tomate, chile dulce y berenjena), Brassicaceae (repollo, coliflor y brócoli), Cucurbitaceae (ayote, pepino y zucchini), Asteraceae (lechuga) y Amaryllidaceae (cebolla y cebollín) para agrupar las especies hortícolas en categorías de acuerdo con la similitud de requerimientos nutricionales.
- Elaborar programas de fertilización ajustados para cada grupo según los requerimientos nutricionales.
- Validar los programas nutricionales propuestos para cada grupo.

### Uso de almácigos en la producción olerícola

Almácigo: “la práctica en donde bajo condiciones controladas de sustrato, ambiente y manejo, se realiza la germinación de semillas de especies de interés económico, con el propósito de garantizar plántulas de calidad para el trasplante definitivo” (Méndez 2013).

En Costa Rica hay un total de 8,7 hectáreas destinadas a la producción de almácigos bajo ambiente protegido, lo que representa 1,5% del total de área del cultivo protegido en el país (Marín 2010).



### **Cultivo de plantas sin suelo**

La producción de plantas sin suelo como medio de sostén o como aporte de nutrientes se denomina “cultivo sin suelo” y tienen la característica de requerir el empleo de soluciones nutritivas.

Existen sistemas de medio líquido (hidroponía y aeroponía) y sistemas en medio sólido (sustrato inerte, orgánico y mezclas).

Ventajas y desventajas

### La solución nutritiva

Se define como el agua de riego más la disolución de las sales fertilizantes aplicadas, con todos los nutrientes esenciales para las plantas.

La composición y concentración de la solución nutritiva modifica los parámetros que determinan la calidad de los trasplantes, como altura de plántula, grosor del tallo, índice de etiolación, número de hojas, área foliar, peso fresco y porcentaje de materia seca.

Parámetros: pH, CE, relación iónica, relación amonio/nitrato, temperatura, oxígeno disuelto.



### **Cuantificación de las necesidades nutricionales**

Variables de estudio: análisis químico del sustrato, composición de la solución nutritiva y concentración de nutrimentos en la planta.


Permiten definir la dosis y la frecuencia de riego para lograr un desarrollo apropiado y rentable de los almácigos.

Bertsch (2003) indica que con la información de la absorción de nutrimentos se logra cuantificar los requerimientos de un cultivo para completar su crecimiento y desarrollo.

### Fertilización en trasplantes hortícolas

Hay estudios sobre dosis de fertilizantes y su respuesta sobre los parámetros de calidad en almácigos.

Sin embargo, hay poca concordancia debido a:

- Variedad de cultivos y materiales genéticos utilizados.
  - La interacción con variables ambientales como temperatura, humedad relativa y radiación solar.
  - Calidad del agua de riego.
  - Tipo de sustrato empleado.
- 

## Información general

Producción de almácigos: Almácigos Tropicales S.A. en San Rafael de Alajuela.

Procesamiento de muestras: EEAFBM y Laboratorio de Suelos y Foliare (CIA).

### Especies vegetales:

Familia	Cultivo
Solanaceae	Tomate
	Chile dulce
	Berenjena
Brassicaceae	Repollo
	Coliflor
	Brócoli
Cucurbitaceae	Ayote
	Pepino
	Zucchini
Amaryllidaceae	Cebolla
	Cebollino
Asteraceae	Lechuga



## Manejo agronómico

### Cultivo sin suelo

- Bandejas plásticas (98, 128 y 200 celdas).
- Sustrato: peat-moss con carga inicial de fertilizante.

### Siembra y germinación

- Forma manual, una semilla por celda.
- Cámara oscura de germinación, 30-35 °C y HR: 60-80%.

### Establecimiento posemergencia

- Invernadero cerrado, pared antiáfido, techo plástico.
- Mesas de malla metálica de 1 m de alto.
- Manejo convencional de la empresa.



## Fase A: Absorción de nutrimentos

### Riego y fertilización

- Aplicación de solución nutritiva completa 6 días por semana 2 veces/día y una aplicación de calcio una vez por semana 2 veces/día.
- Bomba dosificación proporcional, 1:200.

### Diseño estadístico

- Bloques completos al azar, 8 repeticiones por especie.
- Unidad experimental: La bandeja.
- Unidad muestral: 40 plántulas (Retana-Cordero *et al.* 2014).



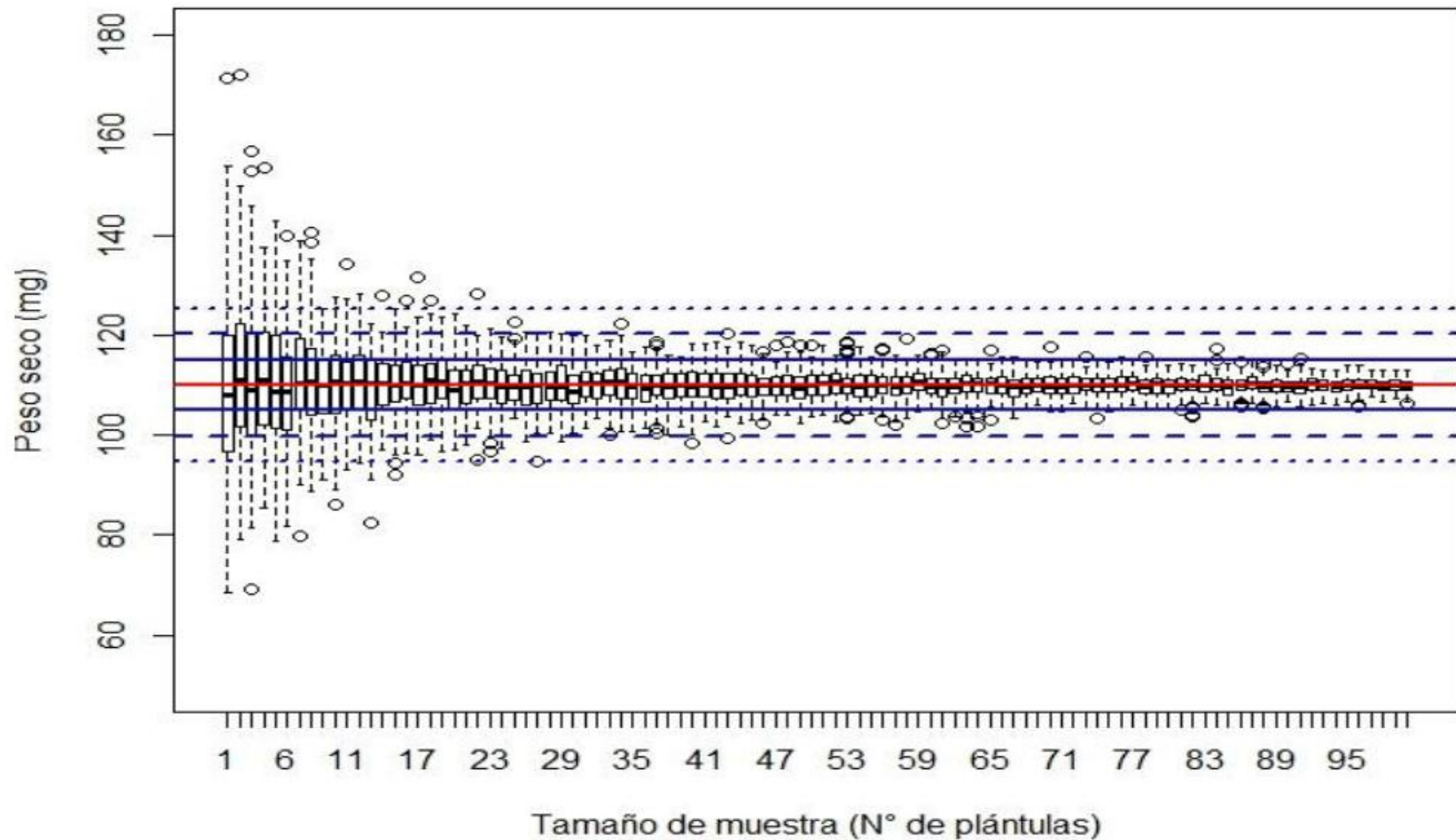


Figura 1. Diagrama de cajas de las medias del peso seco total en el repollo. La línea roja representa el promedio, las líneas azules representan  $\pm 1$ ,  $\pm 2$  ó  $\pm 3$  desviaciones estándar respectivamente.

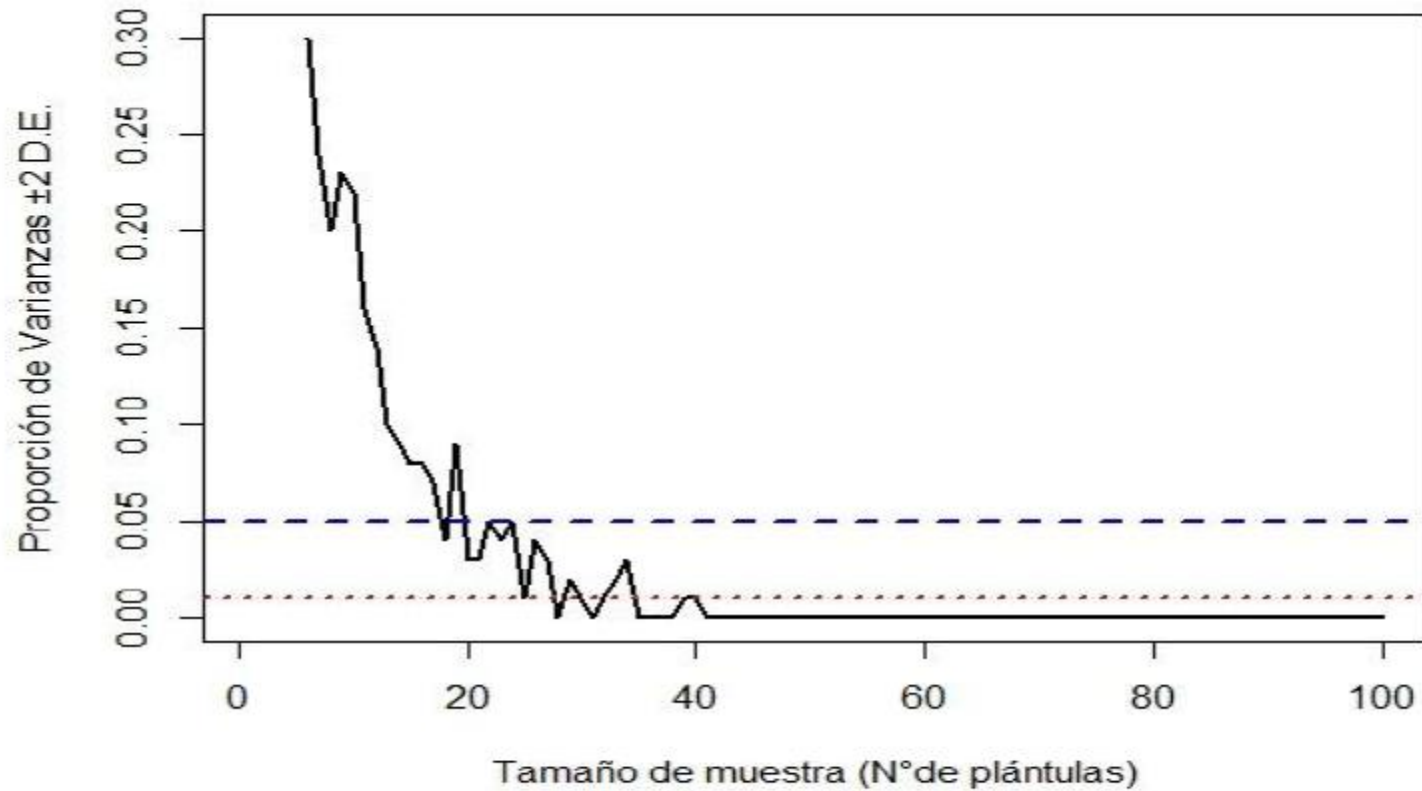


Figura 2. Proporción de varianzas ( $\pm 2$  desviaciones estándar) del peso seco de acuerdo con el tamaño de muestra en repollo. La línea roja representa 1% y la azul 5% de proporción de varianzas.

### Fase A: Absorción de nutrimentos

#### Procesamiento de muestras

- Separación raíz y parte aérea.
- Peso seco cada repetición (40 plántulas).
- Mezcla de 8 unidades muestrales para conformar una sola muestra para ser analizada en LSF.
- Concentración: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn y B.
- Absorción: Materia seca con concentración.
- 2 o 3 momentos de muestreo.



### Fase B: Clasificación de especies y programa de fertilización

- Datos de absorción diaria de nutrimentos por bandeja y cultivo.
- Agrupamiento de cultivos según requerimientos nutricionales similares mediante dos métodos de análisis multivariante.
  - a. Por conglomerados.
  - b. Por componentes principales (PCA).
- Diseño de planes de nutrición ajustados para cada grupo.

### Fase C: Validación de los programas propuestos

#### Programas de fertilización

- A) Convencional de la empresa.
- B) Ajustado según requerimientos nutricionales.
- C) De menor dosis.

#### Diseño y análisis estadístico

- Diseño irrestricto al azar con cinco repeticiones por tratamiento para cada cultivo.
- Unidad experimental: una bandeja.
- Unidad muestral: 40 plantas por bandeja, para un total de 200 por cada tratamiento.
- Prueba Tukey ( $p < 0,05$ ).

## Fase C: Validación de los programas propuestos

### Variables evaluadas

- CE ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) y el pH.
- Altura de plántula (cm)
- Diámetro del cuello de raíz (mm)
- Peso fresco y seco de raíz (g).
- Peso fresco de seco de parte aérea (g).
- Área foliar ( $\text{cm}^2$ )
- Índices morfológicos:
  - a) Índice de etiolación (relación altura (cm) / diámetro de plántula (mm)).
  - b) Relación peso seco aéreo (g) / peso seco raíz (g).
- Concentración de nutrimentos en los tejidos.
- Absorción de nutrimentos.





# Resultados y Discusión

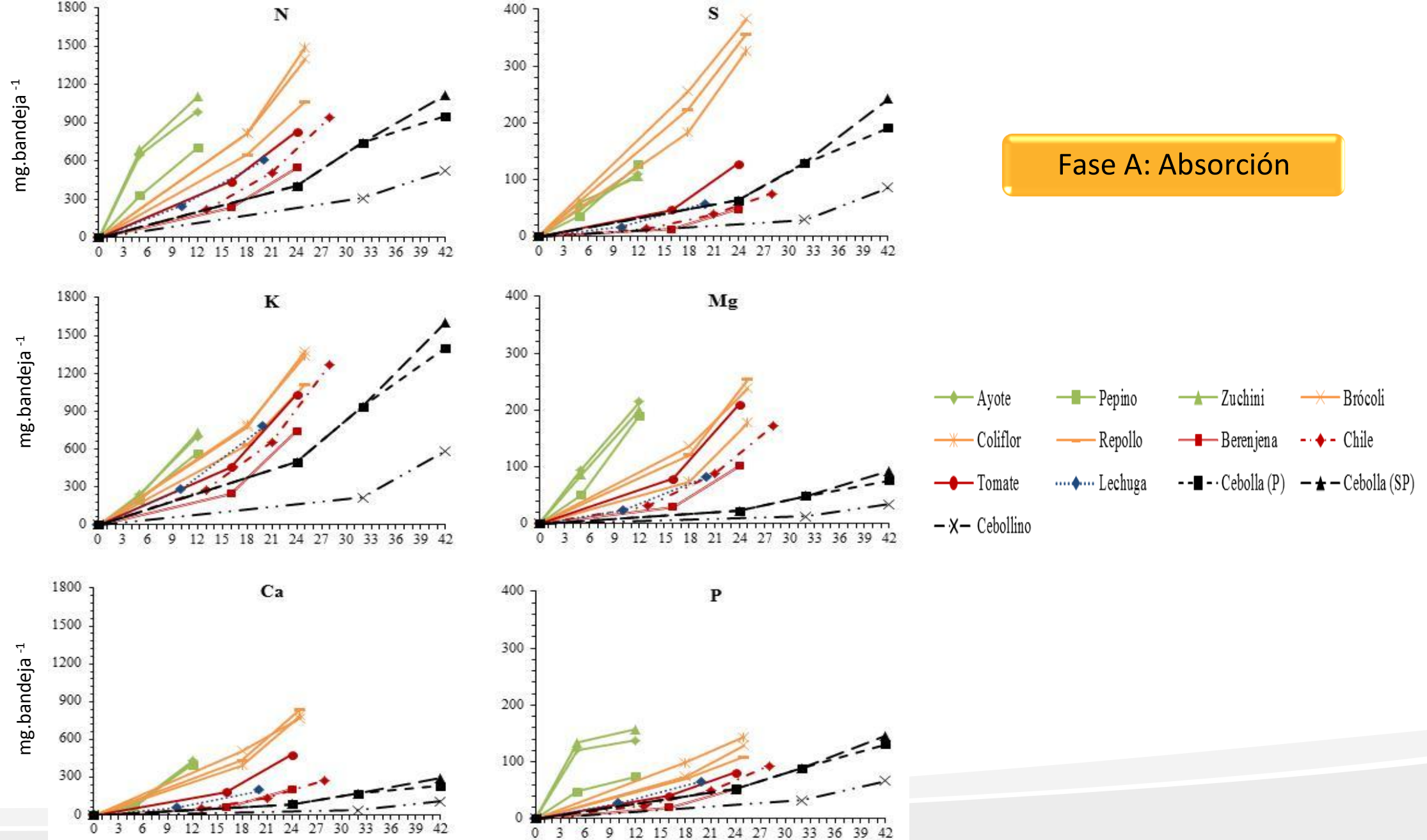
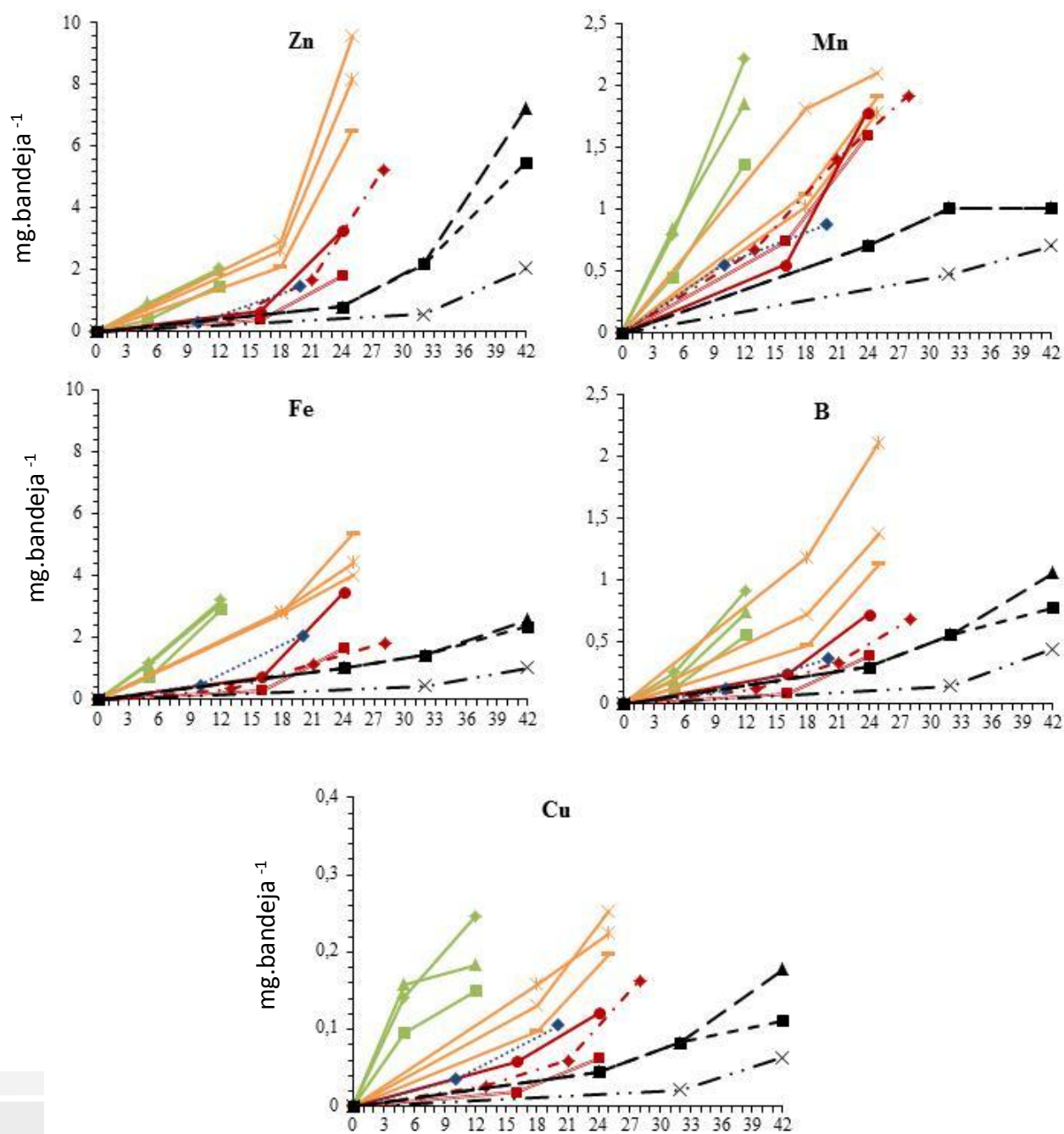


Figura 2. Absorción de macronutrientes por bandeja de 12 especies de plántulas hortícolas. San Rafael, Alajuela. 2016. P: Podada; SP: Sin podar.



Fase A: Absorción

Figura 3. Absorción de micronutrientes por bandeja de 12 especies de plántulas hortícolas. San Rafael, Alajuela. 2016. P: Podada; SP: Sin podar.

## Fase B1: Clasificación de especies

Cuadro 4. Consumo diario promedio de nutrientes por bandeja de 12 especies de plántulas hortícolas. San Rafael, Alajuela. 2016

<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>
	<b>mg.bandeja.día<sup>-1</sup></b>										
<b>Zuquini</b>	92,0	60,9	34,8	16,7	8,8	13,1	0,170	0,259	0,155	62	0,015
<b>Ayote</b>	82,2	58,1	35,8	17,9	9,2	11,5	0,171	0,268	0,185	77	0,021
<b>Pepino</b>	58,6	47,2	33,4	15,9	10,6	6,2	0,124	0,244	0,115	47	0,012
<b>Coliflor</b>	59,5	53,6	31,7	7,1	13,1	5,7	0,327	0,178	0,071	85	0,009
<b>Brócoli</b>	55,9	55,0	30,8	9,5	15,3	5,2	0,383	0,112	0,084	55	0,010
<b>Repollo</b>	42,5	44,4	33,6	10,2	14,3	4,4	0,261	0,112	0,077	45	0,008
<b>Tomate</b>	34,6	43,0	19,9	8,7	5,3	3,4	0,136	0,144	0,075	30	0,005
<b>Chile</b>	33,7	45,3	9,9	6,1	2,7	3,3	0,188	0,066	0,069	24	0,006
<b>Lechuga</b>	30,5	39,0	9,7	4,1	2,9	3,3	0,073	0,104	0,044	18	0,005
<b>Cebolla (SP)</b>	26,5	38,2	7,0	2,2	5,8	3,5	0,172	0,061	0,024	25	0,004
<b>Cebolla (P)</b>	22,6	33,3	5,6	1,8	4,6	3,1	0,131	0,056	0,024	19	0,003
<b>Berenjena</b>	22,8	30,9	8,6	4,3	2,0	2,1	0,076	0,070	0,067	16	0,003
<b>Cebollino</b>	12,5	13,9	2,6	0,8	2,0	1,6	0,049	0,024	0,017	11	0,002

# Método por conglomerados

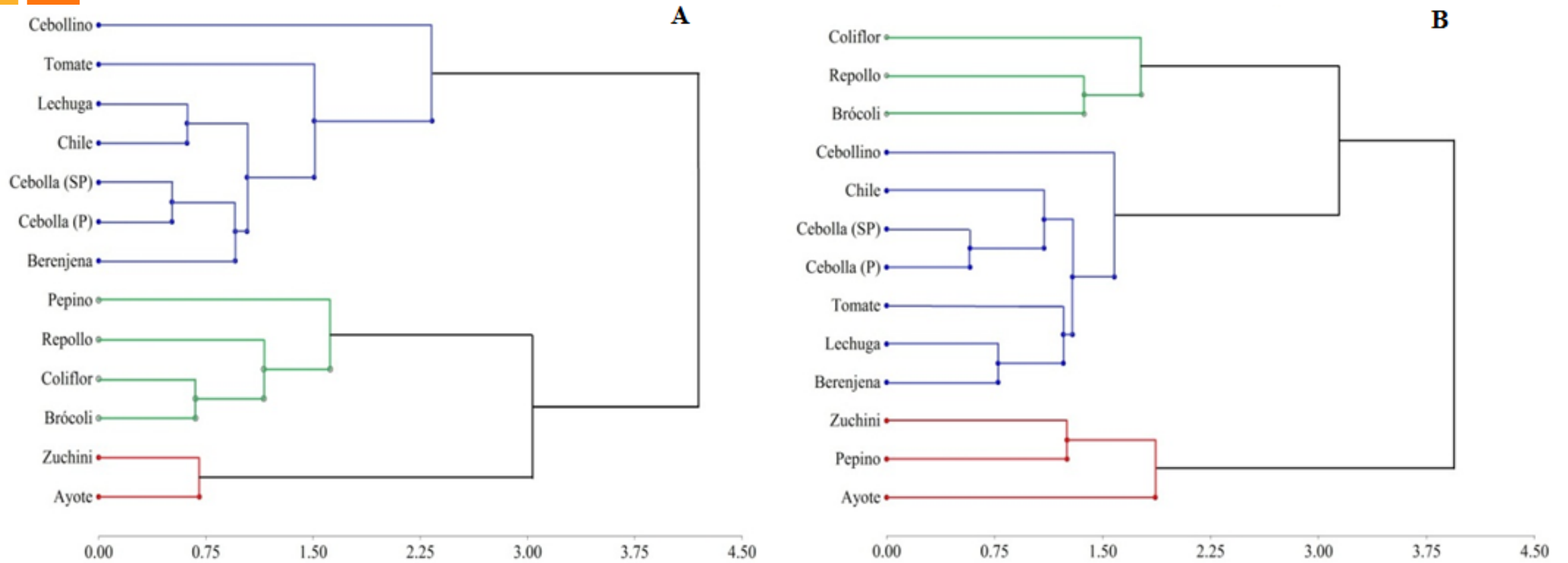


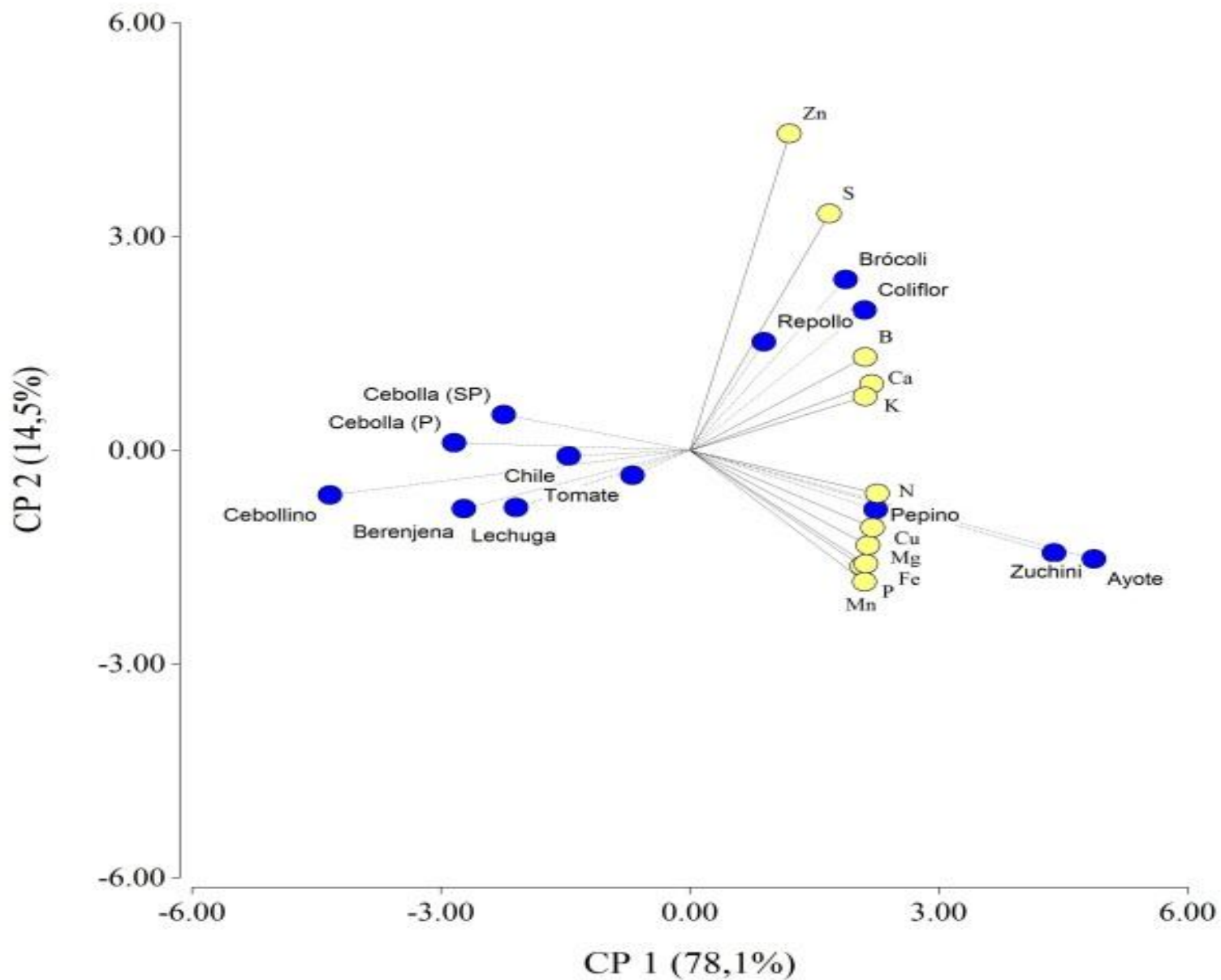
Figura 4. Dendrograma de agrupamiento de 12 especies hortícolas mediante análisis multivariado por conglomerados. A) Macronutrientes. B) Micronutrientes.





# Análisis por componentes principales

- Permite la reducción del número de variables originales mediante el agrupamiento o combinación lineal de éstas en conjuntos.
- Estos componentes concentran la mayor parte de la variabilidad o información posible para interpretar la información inicial.
- Los primeros dos componentes explican el 92,6% de la variabilidad total (CP1:78,1% + CP2: 14,5%).
- Un tercer componente solo explica un 3% la variabilidad acumulada.



	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
N	-										
P	1,0	-									
Ca	0,9	0,8	-								
Mg	0,9	0,9	0,9	-							
K	0,9	0,8	0,8	0,8	-						
S	0,6	0,4	0,9	0,6	0,7	-					
Fe	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	-				
Cu	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,9	-			
Zn	0,4	0,2	0,6	0,3	0,6	0,8	0,2	0,3	-		
Mn	0,9	0,9	0,8	1,0	0,8	0,4	0,9	1,0	0,2	-	
B	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	-

Elemento	CP 1	CP 2
N	0,98	-0,11
P	0,90	-0,30
Ca	0,95	0,17
Mg	0,93	-0,25
K	0,91	0,14
S	0,73	0,62
Fe	0,92	-0,30
Cu	0,95	-0,20
Zn	0,52	0,83
Mn	0,91	-0,34
B	0,91	0,24

Figura 5. Gráfico Biplot del agrupamiento de los cultivos mediante el análisis de componentes principales de 12 especies hortícolas y 11 nutrientes minerales.

Correlación de elementos entre sí y con los dos primeros componentes principales. Fuente: Cuadros 5 y 6.

## Fase B2: Establecimiento de planes de fertilización

Cuadro 7. Fuentes y cantidades de fertilizantes utilizados comercialmente en la formulación de las soluciones nutritivas empleadas para el riego de los almácigos

VALORES EMPÍRICOS DE LA EMPRESA														
Solución Nutritiva	Fertilizante	Dosis (ppm)	Concentración (ppm)											
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Completa madre	Fórmula Completa	85000	12750	1870	21250			3060	8,5	17,0	42,5	42,5	0,9	1,7
	Sulfato de magnesio	25000				2425	3250							
	Sulfato de zinc	15000					1650							3300
	<b>Total</b>		12750	1870	21250	0	2425	7960	8,5	17,0	42,5	42,50	0,9	3301,7
Completa diluida 1:200			64	9	106	0	12	40	0,04	0,09	0,21	0,21	0,00	16,51
Calcio Madre	Nitrato de calcio	85000	13175			16150								
Calcio diluida 1:200			66			81								
VALORES DE ANÁLISIS DE LABORATORIO														
Solución Nutritiva	Concentración (ppm)													
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn		
Completa Madre	12456	2012	21489	45	2632	8283	NR	12	73	45	NR	3621		
Completa diluida 1:200	63	10	102	13	21	43		ND	1	ND		14		
Calcio Madre	13210	ND	75	16396	384	437		1	3	3		13		
Calcio diluida 1:200	59		2	93	7	4		ND	ND	ND		ND		

Cuadro 8. Cantidad aplicada de nutrientes semanalmente por bandeja y diferencias con respecto a las cantidades absorbidas de acuerdo con cada grupo

	Solución Nutritiva	N P K Ca Mg S						B Cu Fe Mn Zn				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cantidad aplicada (mg/l)	Completa	378	60	612	78	126	258	0,24	0,36	6	1,35	84
	Calcio	59	0	2	93	7	4					
	<b>Total</b>	437	60	614	171	133	262	0,24	0,36	6	1,35	84
Cantidad absorbida (mg)	<b>Grupo 1</b>	242,4	23,7	301,2	139,5	61,2	37,3	0,21	0,04	1,01	0,53	0,95
	Aplicada-Absorbida (%)	45	61	51	18	54	86	13	89	83	61	99
	<b>Grupo 2</b>	297,8	30,5	311,0	223,2	71,1	99,8	0,32	0,06	0,8	0,54	1,83
	Aplicada-Absorbida (%)	32	49	49	-31	47	62	-33	83	87	60	98
	<b>Grupo 3</b>	627,8	82,8	426,6	240,1	116,8	61,4	0,34	0,11	1,8	1,09	1,19
	Aplicada-Absorbida (%)	-44	-38	31	-40	12	77	-42	69	70	19	99

Cuadro 9. Contenido de nutrientes del sustrato utilizado en una bandeja de almácigo

Peso seco (g)	Composición (mg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
160	1120	128	331	3136	752	272

Cuadro 10. Fuentes y dosis de los planes de fertilización propuestos para cada grupo y diferencias con respecto al manejo convencional

Solución Nutritiva	Fertilizante	Dosis (ppm)	Concentración (ppm)											
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
AJUSTADA GRUPO 1	Fórmula Completa 1	118	17,7	2,6	29,5				4,2	0,01	0,02	0,06	0,06	0,02
	MPK	50		11,4	14,1									
	Sulfato de Zn	5							0,6					1
	Sulfato de Mg	95						9,2	12,4					
	Nitrato de calcio	110	17,1				20,9							
	<b>Total</b>			35	14	44	21	9	17	0,01	0,02	0,06	0,06	1,12
	<b>Cantidad Semanal</b>		243	98	305	146	65	120	0,08	0,17	0,41	0,41	7,87	
	<b>Dif. Prog. Convencional (%)</b>		-44	63	-50	-14	-52	-54	-66	-54	-93	-69	-91	
MENOR DOSIS	Fórmula Completa 2	250	42,50	5,50	39,50				23,00	0,03	0,05	0,13	0,13	0,05
	Sulfato de Zn	5							1					1
	Sulfato de Mg	100						10	13					
	Nitrato de calcio	100	16				19							
	<b>Total</b>			58	6	40	19	10	37	0,03	0,05	0,13	0,13	1,15
	<b>Cantidad Semanal</b>			406	39	277	133	68	256	0,18	0,35	0,88	0,88	8,05
	<b>Dif. Prog. Convencional (%)</b>		-7	-36	-55	-22	-49	-2	-27	-3	-85	-35	-90	
<b>Solución Convencional</b>		<b>Total</b>	437	60	614	171	133	262	0,2	0,4	6,0	1,4	84,0	

## Fase C: Validación de los programas propuestos

Cuadro 12. Variables de respuesta evaluadas en plántulas hortícolas de acuerdo a los programas de nutrición propuestos

Grupo	Cultivo	Tratamiento	Altura	Grosor	IE	Área Foliar	Peso fresco raíz	Peso fresco aéreo	Peso seco raíz	Peso seco aéreo	PSA/PSR
			cm	mm		cm <sup>2</sup>	mg				
1	Tomate	C	16,1 A	4,2	4,1 A	51,5 B	735 B	3032 A	67 B	215 AB	3,6 A
		A	16,5 A	4,1 NS	4,0 A	44,2 C	675 B	2670 B	69 AB	199 B	3,0 B
		M	14,5 B	4,2	3,3 B	55,0 A	1059 A	2964 A	78 A	223 A	3,0 B
2	Repollo	C	7,7 B	1,8 B	4,4 B	39,4 B	163 A	1807 B	47 B	197 B	5,4 A
		A	75,4 B	1,9 A	3,9 C	44,5 A	180 A	2832 A	56 A	232 A	5,1 B
		M	82,8 A	1,6 C	5,3 A	46,6 A	85 B	1743 B	37 C	218 A	5,6 A
3	Zucchini	C	101,5 B	2,9 B	3,6 A	46,9 C	418 A	2873 B	23 A	170	7,8 B
		A	109,1 A	3,0 B	3,6 A	52,5 A	356 B	3126 A	20 AB	181 NS	9,2 A
		M	103,3 B	3,1 A	3,3 B	49,9 B	382 AB	2896 B	22 B	180	8,2 B

C: Convencional; A: Ajustado; M: Menor dosis.

Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )

NS: No significativo.

Las variables IE, AF y razón de peso seco tallo/raíz son clave en la determinación de la calidad.

En tomate, el AF es un criterio importante porque determina el potencial para la actividad fotosintética.

En cucurbitáceas, una aplicación diaria superior a 50 ppm es excesiva. En otras familias un rango diario de 30-50 ppm es adecuado.

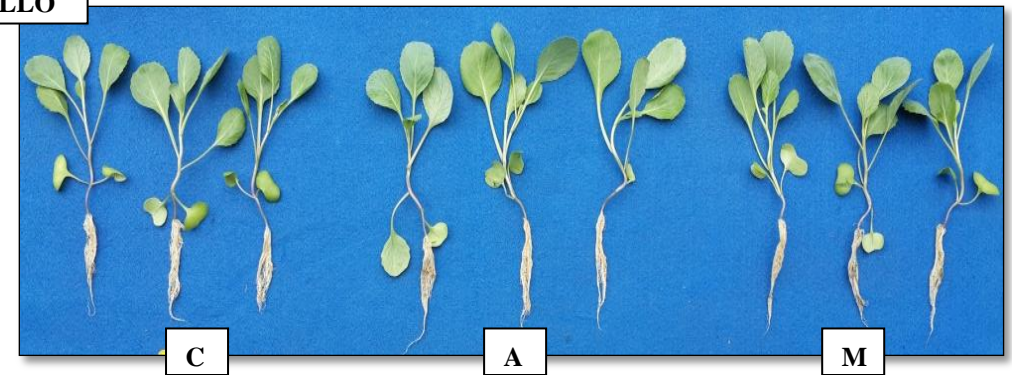
Concentración (a) y absorción (b) de nutrientes en el tejido seco de plántulas hortícolas en raíz y parte aérea. Fuente: Cuadros 13 y 14.

		RAÍZ						PARTE AÉREA					
								%					
Cultivo	T	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Tomate	C	2,2	0,3	1,3	0,9	0,7	0,3	4,2 A	0,4 B	4,1 A	1,9 B	0,5	0,7 B
	A	2,0	0,7	1,2	0,9	0,8	0,3	3,2 B	0,8 A	4,1 A	2,2 A	0,5 NS	0,8 B
	M	2,2	0,2	0,9	0,9	0,6	0,4	4,1 A	0,5 B	3,3 B	1,7 B	0,5	0,9 A
Repollo	C	2,5	0,3	1,7	0,9	0,3	0,4	3,3	0,4 AB	4,3 A	2,6	0,5	1,1 B
	A	2,2	0,3	1,1	1,1	0,3	0,4	3,1 NS	0,5 A	3,6 AB	2,6 NS	0,5 NS	1,0 B
	M	2,7	0,3	1,2	0,9	0,4	0,6	3,1	0,3 B	2,8 B	2,6	0,6	1,4 A
Zucchini	C	3,2	0,8	1,4	0,8	0,7	0,8	4,4 B	0,9 AB	4,2 A	1,5	0,7	0,4
	A	3,6	0,8	1,2	0,8	0,7	0,8	5,2 A	1,0 A	3,5 B	1,5 NS	0,7 NS	0,4 NS
	M	3,3	0,7	0,9	0,8	0,6	0,7	4,3 B	0,8 B	2,8 C	1,5	0,7	0,4

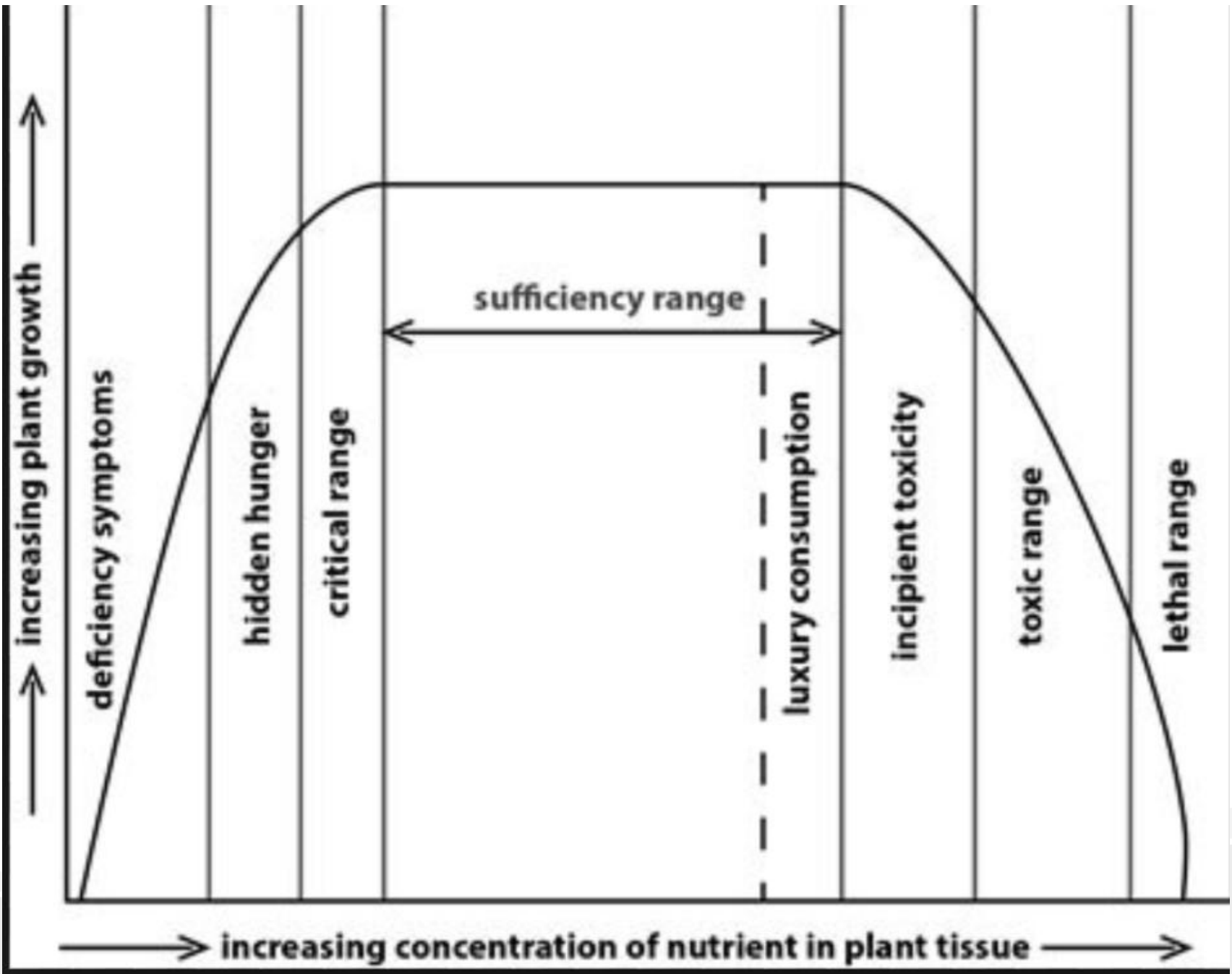
		RAÍZ						PARTE AÉREA					
								mg					
Cultivo	T	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Tomate	C	17,6 B	2,0 B	10,6 A	7,0 B	5,4 B	2,5 B	360,9 A	36,5 B	355,1 A	161,6	39,7	58,6 B
	A	14,3 B	5,0 A	8,3 B	6,2 B	5,6 B	2,2 B	256,6 B	67,0 A	330,2 A	171,2 NS	41,5 NS	59,8 B
	M	22,4 A	2,4 B	8,6 B	9,3 A	6,5 A	3,9 A	362,8 A	41,9 B	295,0 B	153,9	43,9	79,4 A
Repollo	C	46,6	4,6 B	30,9 A	17,3 AB	7,6	9,3	287,3	33,4 AB	337,6 A	206,4	52,5 A	121,9 A
	A	49,6 NS	5,6 A	23,8 B	24,5 A	6,3 NS	8,4 NS	267,0 NS	43,6 A	330,0 A	242,1 NS	41,3 B	85,0 B
	M	40,5	4,3 B	18,6 B	12,7 B	5,5	7,8	262,0	29,5 B	243,0 B	228,4	49,7 AB	92,4 B
Zucchini	C	28,7	7,0	12,6 A	7,5	6,4	7,5	300,4 B	63,8 B	285,6 A	100,9	44,1	29,8
	A	28,8 NS	6,6 NS	10,5 AB	7,2 NS	6,1 NS	6,8 NS	375,0 A	72,8 A	249,2 A	108,9 NS	47,8 NS	31,3 NS
	M	29,3	6,0	8,4 B	7,6	5,8	6,3	308,1 B	60,2 B	198,3 B	107,7	48,7	29,0

**b**



Anexo 4. Almacigos de tomate, repollo y zuquini al final del ciclo sometidos bajo tres tratamientos en la etapa de validación. San Rafael, Alajuela. 2014. A: ajustado; M: menor dosis; C: convencional.





# Conclusiones

- La absorción diferenciada de nutrientes entre las especies permite clasificarlas en tres grupos:
  - a) Cucurbitáceas.
  - b) Brásicas.
  - c) Solanáceas, Amarilidáceas y lechuga.
- Hay un exceso de fertilización para la mayoría de especies, con excepción de las cucurbitáceas. Los tratamientos ajustados y el de menor contenido de nutrimentos brindaron plántulas de mejor calidad.
- Aplicaciones excesivas de fertilizante afectan la calidad en cuanto a altura, grosor, índice de etiolación, área foliar, pesos fresco y seco de las partes aérea y radical.
- El análisis químico foliar es una herramienta clave para afinar, corregir y mejorar el programa de nutrición.
- Para lograr plántulas de calidad es necesario analizar otros factores concomitantes: tipo de sustrato, fuentes, dosis, formas y momentos de aplicación de fertilizantes.



# Recomendaciones

- Validar los planes de nutrición en otras condiciones geográficas.
- Evaluar las dosis recomendadas en diferentes sustratos.
- Evaluar otros tratamientos compuestos de menores dosis que las utilizadas, con el fin de determinar el efecto de éstas sobre la calidad de las plántulas.
- Evaluar las plántulas producto de los tratamientos de fertilización en el campo.





**Muchas gracias**